

**TWO-COMPONENT GAS ANALYZER**

Publication number: JP55072130 (A)  
Publication date: 1993-03-23  
Inventor(s): KITA JUNICHI  
Applicant(s): SHIMADZU CORP  
Classification:  
- International: G01N21/61; G01N21/03; G01N21/35; G01N21/59; G01N21/03;  
G01N21/31; (IPC1-7): G01N21/61  
- European:  
Application number: JP19910237661 19910918  
Priority number(s): JP19910237661 19910918

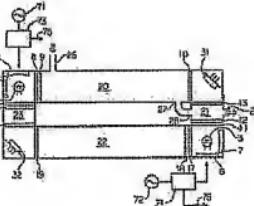
Also published as:

JP3070177 (B2)

## Abstract of JP 5072130 (A)

**PURPOSE:** To obtain a two-component gas analyzer which is strong for the mechanical vibration and possesses the superior durability and has the high measurement precision by allowing each light source to be brilliance-modulated with each different frequency and allowing each frequency component to be extracted from each detector signal and calculation-processed each other, when the light supplied from each light source to pass through a sample cell and a reference cell and photoelectric-converted by each detector and the concentration of the gas which exists in the sample cell is measured.

**CONSTITUTION:** Sample cells 20 and 21 and a reference cells 22 and 23 are assembled by using a hollow member. On one edge side, light sources 2 and 3 and recessed surface mirrors 4, 5, 6 and 7 are arranged, and pyroelectric detectors 31 and 32 are arranged on the other edge side.; Oscillators 71 and 72 output each standard signal having a modulation frequency, and modulate each brilliancy of the light sources 2 and 3 through light source driving circuits 73 and 74, and the measurement interruption light passes through an interference filter 9.



(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 0 1 N 21/61識別記号 庁内整理番号  
7370-2J

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平3-237661

(71)出願人 000001993

(22)出願日 平成3年(1991)9月18日

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72)発明者 喜多 純一

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

株式会社島津製作所中央研究所内

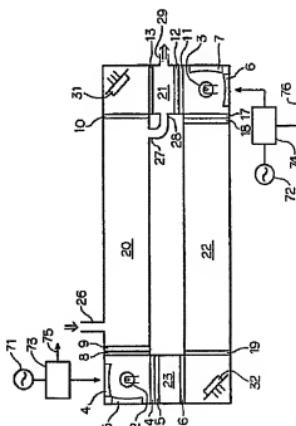
(74)代理人 弁理士 沢内 寛幸 (外1名)

(54)【発明の名称】 2成分ガスアナライザー

## (57)【要約】

【目的】 各光源からの光が試料セル及び参照セルを通して各検出器で光電変換することにより、各試料セル内に存在するガスの濃度を測定する際に、各光源がそれぞれ異なる周波数で輝度変調され、且つ各検出器信号から各周波数成分を抽出して相互に演算処理することにより、機械振動に強く、耐久性が良好で、且つ測定精度の高い2成分ガスアナライザーを得る。

【構成】 試料セル20、21及び参照セル22、23が、中空部材を用いて組み立てられ、その一端側には光源2、3及び凹面鏡4、5、6、7が配置され、他端側には電磁検出器31、32が配置される。発振器71、72は変調周波数の基準信号を出し、光源駆動回路73、74を介して光源2、3を輝度変調し、その測定断続光は干渉フィルター9を通過する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1光源から出射された光が第1試料セルを通して第1検出器で光電変換し、且つ第1光源から出射された光が第1参照セルを通して第2検出器で光電変換すると共に、第2光源から出射された光が第2試料セルを通して第2検出器で光電変換し、且つ第2光源から出射された光が第2参照セルを通して第1検出器で光電変換することにより、各試料セル内に存在するガスの濃度を測定する2成分ガスアナライザーであって、第1光源及び第2光源がそれぞれ異なる周波数で輝度変調され、且つ第1検出器及び第2検出器の各出力信号から各周波数成分を抽出し、各周波数成分を相互に演算処理することを特徴とする2成分ガスアナライザー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、燃焼排ガス、霧囲気炉の霧囲気ガス、都市ガス、炉頂ガス等に含まれる特定のガスの濃度や成分比率を測定する2成分ガスアナライザーに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、燃焼排ガスや都市ガス等に含まれる一酸化炭素(CO)、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、メタン(CH<sub>4</sub>)等の濃度を測定する装置として、図5に示すものが用いられている。

【0003】 この測定原理を説明すると、2つの光源81、82から放射された赤外光がモータ83に連結された回転セクタ82により断続的に強度変調され、一方の断続光は、試料ガスが導入された試料セル84を通過して検出器85で受光され、他方の断続光は、赤外線吸収のない窒素ガス等の不活性ガスが導入された参照セル84'を通して検出器85で受光される。なお、試料ガス組成により妨害を受ける場合には、試料セル84及び参照セル84'の前に干涉フィルタ(図示しない)を配置する。検出器85の構造は、コンデンサ膜を介して試料側室と参照側室の2室に分離されており、各室には測定対象成分と同じガス又はこれと同じ赤外線吸収線を有するガスが封入されている。ある濃度の測定対象成分が試料セル84内に含まれていると、検出器85に達する赤外線の量が試料側室より参照側室の方が多くなり、その分参照側室がより多くの赤外線を吸収することになり、熱エネルギーの差により両室の間に圧力差が生じて、コンデンサ膜が変位する。従って、この変位に伴う静電容量の変化を検出することにより、試料セル84内の試料ガスの吸光度が測定され、且つ測定対象成分の濃度を測定することができる。

【0004】 また、試料ガスについて2成分測定する場合は、光を通過するタイプの検出器85を使用し、その後方に、別の波長を検出するための試料セル86、参照セル86'、検出器87等を配置することによって、2成分のガス濃度を同時に測定することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述したような回転セクタは、回転円板やモーター等の機械的な動作により測定光を断続光に変調しているため、回転ムラ等により変調周波数が不安定であり、検出信号のドリフトやS/N比(信号対雑音比)の悪化を招くという課題があった。また、測定装置の小型化や軽量化という要請から、機械動作部分の慣性を少なくする必要があり、そのため機械的振動に影響を受けやすいという課題があった。また、機械的動作のため、磨耗や変形などの故障原因を皆無にできず、長寿命のものを得ることが困難であるという課題があった。

【0006】 また、従来のコンデンサ型の検出器は、2室の圧力差に応じたコンデンサ膜の変位を検出しているため、機械的強度に欠け、振動や衝撃に弱いという課題があった。また、光エネルギーを熱エネルギーに変換し、更に圧力変化として検出しているため、体积を大きくして検出感度を上げようすると、熱容量も大きくなつて信号応答が悪化し、高い変調周波数で測定を行うことが困難になるという課題があった。また、光から電気信号に変換する段階で、熱や温度の因子が介在しているため、温度ドリフト等の低周波ノイズの影響を受け易いという課題があった。

【0007】 本発明は、これらの課題を解決するため、測定光の変調周波数が安定で、信号のドリフトが少なく、且つ機械的振動にも強く、故障の少ない2成分ガスアナライザーを提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するため、本発明の2成分ガスアナライザーは、第1光源から出射された光が第1試料セルを通して第1検出器で光電変換し、且つ第1光源から出射された光が第1参照セルを通して第2検出器で光電変換すると共に、第2光源から出射された光が第2試料セルを通して第2検出器で光電変換し、且つ第2光源から出射された光が第2参照セルを通して第1検出器で光電変換することにより、各試料セル内に存在するガスの濃度を測定する2成分ガスアナライザーであって、第1光源及び第2光源がそれぞれ異なる周波数で輝度変調され、且つ第1検出器及び第2検出器の各出力信号から各周波数成分を抽出し、各周波数成分を相互に演算処理することを特徴とする。

【0009】 前記構成において、第1検出器及び第2検出器が、それぞれ熱電検出器であることが好ましい。

## 【0010】

【作用】 前記構成によれば、測定用の断続光を得る手段として、光源に印加する電圧や電流など、発光量を制御可能な因子を直接変調しているため、機械的に運動する部分が無くなり、磨耗や変形などによるトラブルが解消される。また、電気的に変調の動作を行っているため、

機械振動による影響も受けにくくなり、安定した検出信号を得ることができる。

【0011】また、水晶発振子などの周波数安定度の高い発振器の出力信号又はこの分周信号から測定光の変調信号を得て、この変調信号に基づいて光源を輝度変調することにより、周波数安定度の高い変調光が得られ、低ドリフトでS/N比の良好な検出信号を得ることができる。更に、本発明の原理から、光源の輝度を0ににする必要がなく、比較的高い周波数で動作できる。

【0012】また、各検出器として焦電検出器を用いることにより、従来のコンデンサ型の検出器と比べて、機械的に運動する部分が無く、振動や衝撃に強くなると共に、焦電検出器自体が原理的に受光量に対して散光特性を示すため、検出器の応答速度が早くなり、測定光の変調周波数を上げることによって、測定速度を早くしたり、ドリフトや1/fノイズ等の低周波ノイズの影響を低減させることができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の2成分ガスアナライザーの実施例について、図を用いて説明する。図1は、本発明の2成分ガスアナライザーの実施例の概略的構成図である。試料ガスが導入される試料セル20、21、及び参照ガスが封入された参照セル22、23が、管材等の中空部材を用いて四角状に組み立てられている。各セル20、21、22、23の端部の接合部には光源2、3及び凹面鏡4、5、6、7が配置され、各セルの他端部の接合部には焦電検出器31、32が配置されている。

【0014】試料セル20、21は、測定波長に対して透過率の良好な透光部材8、10、11、13と中空部材により試料ガスを満たすための空間が形成され、空間の一部にガス導入口26、28及びガス排出口27、29が設けられている。試料セル20と試料セル21の内部には同一の試料ガスが流れるように、試料セル20のガス排出口27と試料セル29のガス導入口28とは連結されている。一方、参照セル22、23は、測定波長に対して透過率の良好な透光部材4、16、1、7、19と中空部材により空間が形成され、測定の基準として予め成分別の濃度が判明している参照ガスがそれぞれ封入されている。

【0015】なお、測定対象成分について、光吸収量が小さいガスを測定する場合、有意味な測定をするためには試料セルの測定長を長くする必要があるが、光吸収量が大きいガスを測定する場合は、試料セルの測定長は短いほうが好ましい。例えば、CO<sub>2</sub> - CO系（一酸化炭素と二酸化炭素の2成分）で燃焼ガスの成分測定を行なう場合、試料ガスに含まれる量がCOの方のがかなり少ないため、長い試料セルでCO濃度の検出を行い、短い試料セルでCO<sub>2</sub>濃度の検出を行うのが好ましい。

【0016】次に、各光源2、3の輝度変調について説明する。発振器71は変調周期数の基準信号を出し、

光源駆動回路73を介して光源2に流れる電流を制御することにより、輝度変調を行っている。同様に、発振器72及び光源駆動回路73により、光源3の輝度変調を行っている。そして、光源2及び光源3は、それぞれが異なる周波数で輝度変調される。なお、光源の種類として、例えば白色ランプ、ハロゲンランプ、蛍光灯、水銀灯、レーザなど、測定対象成分の吸収線を放射するものであればいずれも使用することができる。

【0017】以下、光源2が30Hz、光源3が20Hz

で輝度変調されるのを例にとって説明するが、本発明はこれらの周波数に限定されるものではない。30Hz

で変調された光源2からは放射状に光が射出され、その一部が光及び凹面鏡5で反射した光は、透光部材8を通り、例えばCOの吸収波長の1つである中心波長4.7μmの急峻なバンドパス特性を有する干渉フィルター9を通過することにより、試料セル20に単色に近い測定光が入射される。なお、測定対象成分の吸収線により、干渉フィルター9の中心波長やフィルター特性を任意に選択することができる。例えば金属蒸着蒸体を蒸着した多層膜フィルター等を用いることができる。試料セル20の内部には試料ガスが導入されており、例えばCO濃度が高くなるほど光吸収量が多くなって、測定光がより大きな減衰を受ける。試料セル20を通過した光は透光部材10を通り、焦電検出器31で受光される。

【0018】また、30Hzで変調された光源2から出射された光の一部及び凹面鏡4で反射した光は、透光部材14を通り、同様に中心波長4.7μmの干渉フィルター14を通過して、参照セル23に参照光として入射される。参照セル23の内部には、例えば予めCO濃度

が判明している参照ガスが封入されている。参照セル23を通過した光は透光部材16を通り、焦電検出器32で受光される。

【0019】一方、20Hzで変調された光源3についても同様に、出射光の一部及び凹面鏡6で反射した光は、透光部材11を通り、例えばCO<sub>2</sub>の吸収波長の1つである中心波長4.2μmの急峻なバンドパス特性を有する干渉フィルター12を通過することにより、試料セル21には単色に近い測定光が入射される。なお、測定対象成分により、干渉フィルター12の中心波長やフ

ィルター特性を任意に選択することができる。試料セル21の内部には試料ガスが導入されており、例えばCO<sub>2</sub>濃度が高くなるほど光吸収量が多くなって、測定光がより大きな減衰を受ける。試料セル21を通過した光は透光部材13を通り、焦電検出器31で受光される。なお、各焦電検出器31、32は、LiTaO<sub>3</sub>、トリグリシンサルフェイト(TGS)等の焦電材料を用いて製造することができる。

【0020】また、20Hzで変調された光源3から出射された光の一部及び凹面鏡7で反射した光は、透光部材17を通り、同様に中心波長4.2μmの干渉フィル

ター1 8 を通過して、参照セル2 2 に参照光として入射される。参照セル2 2 の内部には、例えば、予め  $\text{CO}_2$  濃度が判明している参照ガスが封入されている。参照セル2 2 を通過した光は透過部材1 9 を通って、焦電検出器3 2 で受光される。

【0021】次に、信号処理系について説明する。図2は、本発明の2成分ガスアナライザの一実施例の信号処理ブロック図の例である。各焦電検出器3 1、3 2 からの出力信号は、それぞれ30 Hzと20 Hzの周波数成分が混在しており、所定の周波数別手段により、各セルに対応した4系統の測定信号を得ることができる。

【0022】焦電検出器3 1からの出力は増幅器3 3 を介し、一方は中心周波数30 Hzのバンドパスフィルター3 5 に入力され、他方は中心周波数20 Hzのバンドパスフィルター3 6 に入力される。一方、焦電検出器3 2からの出力は増幅器3 4 を介し、一方は中心周波数30 Hzのバンドパスフィルター3 7 に入力され、他方は中心周波数20 Hzのバンドパスフィルター3 8 に入力される。

【0023】バンドパスフィルター3 5 の出力は試料セル2 0 内のガス成分に関する情報を扱い、バンドパスフィルター3 7 の出力は参照セル2 3 内のガス成分に関する情報を扱い、それぞれ整流回路3 9、4 1 により直流水信号に変換されて、計算器4 3 に入力される。また、バンドパスフィルター3 6 の出力は試料セル2 1 内のガス成分に関する情報を扱い、バンドパスフィルター3 8 の出力は参照セル2 2 内のガス成分に関する情報を扱い、それぞれ整流回路4 0、4 2 により直流水信号に変換されて、計算器4 4 に入力される。

【0024】計算器4 3 では両信号の割算処理を行って、試料セル2 0 内の試料ガスに関する情報を参照セル2 3 内の参照ガスに関する情報を比較によりリフレンス測定を行うことにより、測定精度の向上やドリフトの低減を図ることができる。計算器4 4 についても同様に、試料セル2 1 内の試料ガスに関する情報を参照セル2 2 内の参照ガスに関する情報を比較によりリフレンス測定を行う。

【0025】各計算器4 3、4 4 の出力は、 $\log$  変換されると、測定対象成分の濃度、例えば  $\text{CO}$  濃度及び  $\text{CO}_2$  濃度にそれぞれ対応しており、メータ等の表示装置に接続されて作業者にそれらの値を表示することができる。また、各計算器4 3、4 4 の出力の  $\log$  変換後、図3に示すようなデジタル信号処理を行うことも好ましい。測定対象成分の濃度に対応したアナログ信号は、サンプリング回路4 9、5 0 により所定の時間周期でサンプリングされて、A/D変換器5 1、5 2 (アナログ-デジタル変換器)により所定のビット数からなるデジタル信号に変換されて、メモリー等を含むコンピュータ5 3 に入力され記憶される。コンピュータ5 3 では、数値演算や入出力機器との通信を行って、CRT5

4、セグメント表示器5 5、レコーダー5 6 等のデータ表示装置により、測定された測定対象成分の濃度情報を表示する。

【0026】図4は、本発明の2成分ガスアナライザの一実施例の信号処理ブロック図の例である。焦電検出器3 1からの出力は増幅器3 3 を介し、一方は光源駆動回路7 3 の同期信号により検出するロックインアンプやボックスカーリンケル等の同期検出回路6 1に入力され、他方は光源駆動回路7 4 の同期信号により検出する同期検出回路6 2に入力される。同様に、焦電検出器3 2からの出力は増幅器3 4 を介し、それぞれ同期検出回路6 3、6 4 に入力される。その後は、図2に示す信号処理系と同様に、各割算器4 3、4 4 に入力され、各両信号の割算処理を行って、試料セル2 0 内の試料ガスに関する情報を参照セル2 3 内の参照ガスに関する情報を比較によりリフレンス測定を行うことにより、 $S/N$  比や測定精度の向上、ドリフトの低減を図ることができる。

【0027】なお、以上の実施例では、参照セル2 2、2 3 には測定対象成分に対応した参照ガスが封入された例を説明したが、参照ガスとして空気を用いることも可能であり、この場合の参照セルは気密構造でなくとも構わない。

【0028】また、以上の実施例では、 $\text{CO}_2 - \text{CO}$  系の2成分測定を説明したが、他の測定対象成分、例えば  $\text{CH}_4$  (メタン)、 $\text{SO}_2$  (二酸化硫黄)、 $\text{NO}$  (一酸化窒素) 等との組み合わせによる2成分測定にも適用できる。この場合、 $\text{CH}_4$  については波長3.4  $\mu\text{m}$ 、 $\text{SO}_2$  については波長7.2  $\mu\text{m}$ 、 $\text{NO}$  については波長5.5  $\mu\text{m}$  の測定光を用いることが好ましい。

【0029】また、以上の実施例では、試料セル及び参照セルが中空部材を用いて異なる長さで四角形に組み立てられる例を説明したが、各光源について各セルを介して各検出器が受光できる構造のものであれば、いずれも本発明が適用される。

【0030】また、以上の実施例では、各セル内のガス成分に関する信号を割算により演算処理を行っているが、引算による演算処理でもリフレンス測定を行うことが可能であり、また加算、乗算、逆対数変換などの演算処理も行うことができる。

【0031】

【発明の効果】以上詳説したように、本発明の2成分ガスアナライザは、光源を直接変調することにより、機械的な動作部分が無くなり、磨耗や変形などによるトラブルが発生され、故障発生の少ない長寿命の装置を得ることができる。

【0032】また、電気的に変調の動作を行うことにより、機械振動による影響も受けにくくなり、安定した検出信号を得ることができため、測定精度を向上させることができる。

【0033】また、周波数安定度の良い発振器は、水晶発振子等を用いた電気回路により容易に実現するため、この発振器の出力を用いることにより、光源の調度変調の周波数が極めて安定になり、低ドリフトでS/N比の良好な検出信号を得ることができ、測定精度を向上させることができる。

【0034】また、各検出器が焦電検出器であるため、従来のコンデンサ型の検出器と比べて、耐振動性能や耐衝撃性能が向上すると共に、焦電検出器自体が原理的に受光量に対して微分特性を示すため信号応答速度が向上し、従来のものより高い変調周波数に設定することにより、ドリフトや $1/f$ ノイズ等の低周波ノイズの影響が低減し、測定精度や測定時間分解能を向上させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の2成分ガスアナライザの一実施例の概略的構成図である。

【図2】本発明の2成分ガスアナライザの一実施例の信号処理ブロック図の一例である。

【図3】本発明の2成分ガスアナライザの一実施例の信号処理ブロック図の一例である。

【図4】本発明の2成分ガスアナライザの一実施例の信号処理ブロック図の一例である。

【図5】従来の2成分ガスアナライザの概略的構成図である。

## 【符号の説明】

2、3 光源

4、5、6、7 四面鏡

8、10、11、13、14、16、17、19 透光部材

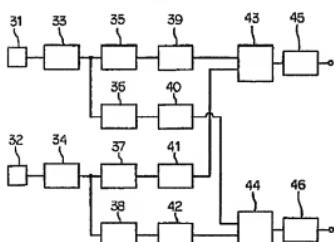
9、12、15、18 干渉フィルター

20、21 試料セル

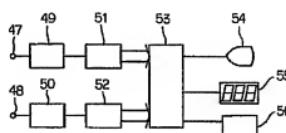
22、23 参照セル

26、28 ガス導入口  
 27、29 ガス排出口  
 31、32 焦電検出器  
 33、34 増幅器  
 35、37 中心周波数30Hzのバンドパスフィルタ  
 36、38 中心周波数20Hzのバンドパスフィルタ  
 43、44 削算器  
 45、46 1og変換回路  
 47、48 入力  
 49、50 サンプリング回路  
 51、52 A/D変換器  
 53、コンピュータ  
 54 CRT  
 55 セグメント表示器  
 56 レコーダー  
 61、62、63、64 同期検出回路  
 65、66、67、68 同期信号入力  
 71、72 発振器  
 73、74 光源駆動回路  
 75、76 同期信号出力  
 81、81' 光源  
 82 回転セクタ  
 83 モータ  
 84、86 試料セル  
 84'、86' 参照セル  
 85、87 検出器  
 88、89 増幅器  
 90 切換スイッチ  
 91 指示計

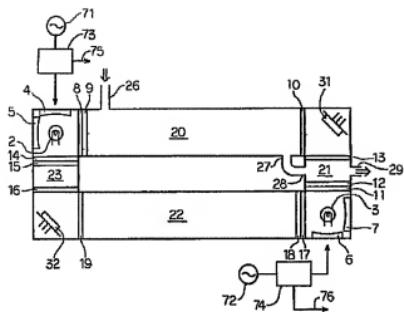
【図2】



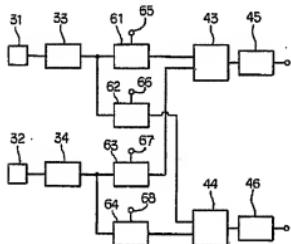
【図3】



【図1】



【図4】



【図5】

